

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 33 17 594 A 1

(61) Int. Cl. 3:  
G 01 R 33/022  
G 01 R 33/08

DE 33 17 594 A 1

(21) Aktenzeichen: P 33 17 594.2  
(22) Anmeldetag: 14. 5. 83  
(43) Offenlegungstag: 15. 11. 84

(71) Anmelder:  
Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg, DE

(72) Erfinder:  
Dibbern, Uwe, Dr., 2000 Hamburg, DE

Behördenbesitz

(54) Magnetfeldsensor

Der Magnetfeldsensor zur Erfassung des Gradienten eines Magnetfeldes besteht aus zwei in Reihe geschalteten Sensorelementen (1, 2), die mit zwei Widerstandselementen (7, 8) eine wheatstonesche Brückenschaltung bilden. Die Sensorelemente (1, 2) weisen parallel liegende Strompfade (3, 4) aus magnetoresistivem Material auf, die ohne Einwirkung eines Magnetfeldes (12) in derselben Richtung (5, 6) magnetisiert sind. Bei Einwirkung eines Magnetfeldes (12) ändern sich die ohmschen Widerstandswerte der Sensorelemente (1, 2) gleichsinnig, so daß die im Nullzweig der wheatstoneschen Brücke gemessene Spannung ein Maß für den Betrag des Magnetfeldgradienten (11) ist.

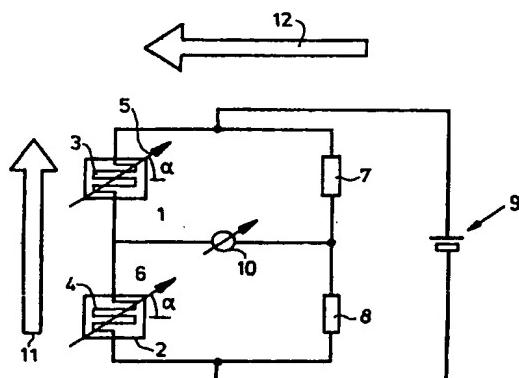


Fig. 1

14.05.83

- 5 - 3317594 PHD 83-054

PATENTANSPRÜCHE:

- 1 Magnetfeldsensor, bestehend aus zwei in Reihe geschalteten und mit zwei Widerstandselementen eine wheatstonesche Brückenschaltung bildenden ersten Sensorelementen, die parallel liegende Strompfade aus magnetisiertem, magneto-  
5 resistivem Material aufweisen,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Strompfade (3, 4) ohne Einwirkung eines Magnetfeldes in derselben Richtung (5, 6) magnetisiert sind und sich deren ohmsche Widerstandswerte bei Einwirkung eines Magnetfeldes (12) gleichsinnig ändern.  
10
2. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandselemente  
a) ebenfalls als Sensorelemente (13, 14) aus magnetisiertem, magnetoresistivem Material ausgebildet sind,  
15 b) Strompfade (15, 16) aufweisen, die senkrecht zu den Strompfaden (3, 4) der ersten Sensorelemente (1, 2) ausgerichtet sind,  
c) ohne Einwirkung eines Magnetfeldes (12) in derselben Richtung (17, 18) wie die Strompfade (3, 4) der ersten  
20 Sensorelemente (1, 2) magnetisiert sind,  
und  
d) einen ohmschen Widerstand haben, der sich bei Einwirkung des Magnetfeldes (12) gegensinnig zu dem Widerstand in den auf den ersten Sensorelementen (1, 2) aufgebrachten Strompfaden (3, 4) ändert.  
25

## "Magnetfeldsensor"

Die Erfindung bezieht sich auf einen Magnetfeldsensor, bestehend aus zwei in Reihe geschalteten und mit zwei Widerstandselementen eine wheatstonesche Brückenschaltung bildenden ersten Sensorelementen, die parallel liegende Strompfade 5 aus magnetisiertem, magnetoresistivem Material aufweisen.

Aus der DE-OS 29 11 733 ist ein Magnetfeldsensor bekannt, der zwei Sensorelemente mit aus magnetoresistivem Material bestehenden Strompfaden aufweist. Die in Reihe geschalteten 10 Sensorelemente bilden mit zwei magnetfeldunabhängigen ohmschen Widerstandselementen eine wheatstonesche Brückenschaltung. Da die Strompfade der beiden Sensorelemente mittels je eines Dauermagneten in zwei entgegengesetzte Richtungen vormagnetisiert sind, die Strompfade jedoch 15 parallel liegen, nimmt bei Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes der ohmsche Widerstand des einen Sensorelementes zu, und der ohmsche Widerstand des anderen Sensorelementes nimmt ab. Somit ist die Spannung im Nullzweig der wheatstoneschen Brückenschaltung ein Maß für den Betrag und unabhängig von 20 der Richtung oder der räumlichen Änderung des auf den Magnetfeldsensor einwirkenden Magnetfeldes.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Magnetfeldsensor zu schaffen, der den Gradienten eines Magnetfeldes 25 erfaßt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Strompfade ohne Einwirkung eines Magnetfeldes in derselben Richtung magnetisiert sind und sich deren ohmsche Widerstandswerte bei Einwirkung eines Magnetfeldes gleichsinnig 30

ändern. Da die Spannung im Nullzweig der wheatstoneschen Brücke der Differenz der magnetfeldabhängigen ohmschen Widerstandswerte der Sensorelemente entspricht, ist sie ein Maß für den parallel zur Verbindungsleitung der beiden 5 Sensorelemente liegenden Magnetfeldgradienten. Außerdem ist der Magnetfeldsensor einfach und kompakt aufgebaut und preisgünstig herstellbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich 10 dadurch, daß die Widerstandselemente ebenfalls als Sensor- elemente aus magnetisiertem, magnetoresistivem Material ausgebildet sind, Strompfade aufweisen, die senkrecht zu den Strompfaden der ersten Sensorelemente ausgerichtet sind, ohne Einwirkung eines Magnetfeldes in derselben Richtung wie 15 die Strompfade der ersten Sensorelemente magnetisiert sind, und einen ohmschen Widerstand haben, der sich bei Einwirkung des Magnetfeldes gegensinnig zu dem Widerstand in den auf den ersten Sensorelementen aufgebrachten Strompfaden ändert. Hierbei vergrößert die gegensinnige Widerstandsänderung der 20 Sensorelemente die Empfindlichkeit des Magnetfeldsensors sehr stark.

Anhand der Zeichnungen werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben und deren Wirkungsweise erläutert. 25 Es zeigen Fig. 1 einen Magnetfeldsensor mit zwei Sensorelementen, Fig. 2 einen Magnetfeldsensor mit vier Sensorelementen.

Der Magnetfeldsensor in Fig. 1 weist zwei in Reihe geschalte 30 te Sensorelemente 1 und 2 mit parallel liegenden Strompfaden 3 und 4 aus magnetoresistivem Material auf. Die Strompfade 3 und 4 sind ohne Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes in die Richtungen 5 und 6 magnetisiert.

35 Die Strompfade 3 und 4 können beispielsweise aus Permalloy

bestehen und unter Einwirkung eines Magnetfeldes in der Magnetisierungsrichtung 5 bzw. 6 auf die Trägerplatte der Sensorelemente 1 und 2 im Vakuum aufgedampft sein.

- 5 Die Sensorelemente 1 und 2 bilden mit den ohmschen Widerstandselementen 7 und 8 eine wheatstonesche Brückenschaltung, die mit einer Spannungsquelle 9 elektrisch verbunden ist. Ein Voltmeter 10 zeigt die Spannung im Nullzweig der wheatstoneschen Brückenschaltung an.

10

Wirkt ein in Richtung des Pfeiles 12 liegendes Magnetfeld auf den Magnetfeldsensor, werden die Magnetisierungsrichtungen 5 und 6 der Sensorelemente 1 und 2 gleichsinnig gegen den Uhrzeigersinn verdreht. Der ohmsche Widerstand der Sensorelemente 1 und 2 nimmt zu, da sich der Winkel  $\alpha$  zwischen den Strompfaden 3 und 4 und den Magnetisierungsrichtungen 5 und 6 vergrößert. Nimmt das Magnetfeld 12 in Richtung des Gradienten 11 zu, nimmt der ohmsche Widerstand  $R_1$  des Sensorelementes 1 stärker zu als der ohmsche Widerstand  $R_2$  des Sensorelementes 2. Die vom Voltmeter 10 angezeigte Spannung

$$U_1 = U_9 (R_1 R_8 - R_2 R_7) / (R_2 + R_1) R_8 + R_7 ,$$

- 25 wobei  $U_9$  die Spannung der Spannungsquelle 9 und  $R_7$  und  $R_8$  die konstanten ohmschen Widerstandswerte der Widerstandselemente 7 und 8 bedeuten, ist somit ein Maß für den in Richtung des Pfeiles 11 liegenden Gradienten des Magnetfeldes 12.

30

In der Fig. 2 sind die Widerstandselemente 7 und 8 durch die Sensorelemente 13 und 14 ersetzt, deren Strompfade 15 und 16 senkrecht zu den Strompfaden 3 und 4 der Sensorelemente 1 und 2 ausgerichtet sind. Die Sensorelemente 13 und 14 sind 35 ohne Einwirkung eines Magnetfeldes 12 in die Richtungen 17

und 18 magnetisiert, die parallel zu den Magnetisierungsrichtungen 5 und 6 der Sensorelemente 1 und 2 liegen.

Bei Einwirkung eines Magnetfeldes 12 auf die Sensorelemente  
5 1, 2, 13 und 14 verdrehen sich neben den Magnetisierungsrichtungen 5 und 6 der Sensorelemente 1 und 2 auch die Magnetisierungsrichtungen 17 und 18 der Sensorelemente 13 und 14 gegen den Uhrzeigersinn. Da sich hierbei der Winkel  $\beta$  zwischen den Strompfaden 15 und 16 und den Magnetisierungsrichtungen 17 und 18 verringert, nimmt der ohmsche Widerstand der Sensorelemente 13 und 14 ab. Da das Magnetfeld 12 in Richtung des Gradienten 11 zunimmt, nimmt der ohmsche Widerstand  $R_{13}$  des Sensorelementes 13 stärker ab als der ohmsche Widerstand  $R_{14}$  des Sensorelementes 14.

15

Die vom Voltmeter 10 angezeigte Spannung

$$U_2 = U_9 (R_1 R_{14} - R_2 R_{13}) / (R_2 + R_1) / R_{13} + R_{14}$$

20 verändert sich bei der Einwirkung eines Magnetfeldes 12 auf den Magnetfeldsensor stärker als  $U_1$ , so daß der in Fig. 2 dargestellte Sensor eine empfindlichere Anzeige des Betrages des Magnetfeldgradienten 11 liefert als der in Fig. 1 dargestellte Magnetfeldsensor.

25

30

35

. 6.  
- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY  
Nr. 10000000000000000000000000000000

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

33 17 594  
G 01 R 33/022  
14. Mai 1983  
15. November 1984

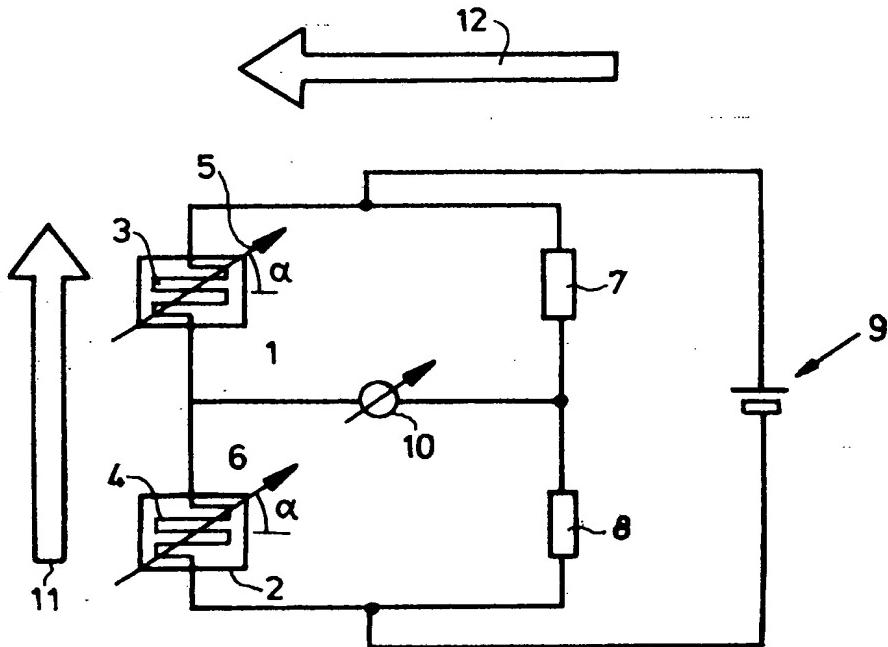


Fig. 1

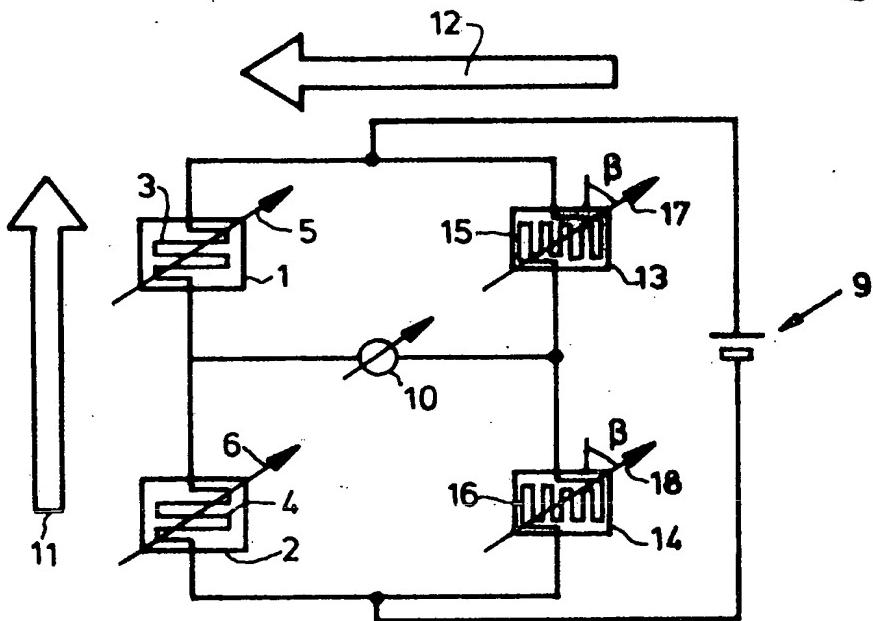


Fig. 2

D63-054